ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

The Optimum Condition for Growing *Hygrophila polysperma*

ชื่อนักศึกษา นางสาววิกานดา แก้วหลวง **รหัส** 40044285

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นงนุช เลาหะวิสุทธิ์

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(อาจารย์นงนุช เลาหะวิสุทธิ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(อาจารย์นงนุช เลาหะวิสุทธิ์)

รักษาการหัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 31 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18777

ปัญหาพิเศษ
เรื่อง

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

The Optimum Condition for Growing *Hygrophila polysperma*

โดย
นางสาววิกานดา แก้วหลวง รหัส 40044285

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร

T099312

Department of Fisheries Science
Faculty of Agriculture Technology

ปพ.
ว497ป
2544

เลขทะเบียน.....
วัน.เดือน.ปี.....

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Chaokuntakarn Lardkrabang
Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

The Optimum Condition for Growing *Hygrophila polysperma*

การศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีใบของต้นขาไก่ด่าง จากการทดลองปลูกต้นขาไก่ด่างใช้ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าชุดการทดลองที่ใช้ระดับความเข้มข้นปุ๋ย 15 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการเจริญเติบโตดีที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 20.54 กรัม รองลงมาได้แก่ ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 20.23 และ 16.92 กรัม ตามลำดับ ส่วนชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย จะมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียง 14.11 กรัม คุณสมบัติของน้ำในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ได้แก่ อุณหภูมิ , ความเป็นกรดเป็นด่าง , คาร์บอนไดออกไซด์ และไนไตรท์-ไนโตรเจน ส่วนคุณสมบัติของน้ำในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างที่มีความแตกต่างกันทางสถิติได้แก่ ความเป็นด่าง , ไนเตรท-ไนโตรเจน , แอมโมเนีย-ไนโตรเจน , ปริมาณฟอสฟอรัส และความนำไฟฟ้า และจากการทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่างภายใต้ระดับความเข้มแสงต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มแสง 3500 lux ใบของต้นขาไก่ด่างมีสีชมพูเข้มที่สุด รองลงมาได้แก่ ระดับความเข้มแสง 2300 , 1000 และ 600 lux ตามลำดับ การวิเคราะห์ความเข้มสีใบของต้นขาไก่ด่างที่มีความแตกต่างทางสถิติ ได้แก่ ลักษณะสีเขียว-แดง และมุมของเฉดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ที่ได้แนะนำแนวทางในการดำเนินการทดลอง ให้ความรู้และคำปรึกษา พร้อมทั้งตรวจแก้ไขข้อพกพร่องต่างๆในการทดลอง ขอขอบพระคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ และคุณนิพนธ์ จิตตำนาน ที่แนะนำช่วยเหลือ และช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำการทดลอง ให้สำเร็จผลลุล่วงด้วยดี

สุดท้าย ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้ความสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาครั้งนี้ประสบความสำเร็จอย่างภาคภูมิใจ

นางสาววิกานดา แก้วหลวง

พฤษภาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	ii
สารบัญภาพ	iv
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	2
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	10
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	14
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและน้ำหนักเฉลี่ย(กรัม)ของต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ความเข้มข้นต่างๆในระยะเวลา 10 สัปดาห์	14
4.2	คุณสมบัติของน้ำเฉลี่ยในตู้ทดลองปลูกต้นขาไก่ด่างโดยใช้ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	18
4.3	ความเข้มสีใบของต้นขาไก่ด่าง ที่ระดับความเข้มแสงต่างๆ ภายใต้การให้แสงที่ 12 ชั่วโมง	19

ตารางผนวกที่

1	ผลการวิเคราะห์น้ำหนักเปียกสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์	32
2	อุณหภูมิในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	33
3	ความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	35
4	ความเป็นด่างในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	37
5	คาร์บอนไดออกไซด์ในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	39
6	ไนไตรท์-ไนโตรเจนในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	41
7	ไนไตรท-ไนโตรเจนในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	43
8	แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่		หน้า
9	ปริมาณฟอสฟอรัสในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	47
10	ความนำไฟฟ้าในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 เปรียบเทียบน้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม) ของต้นขาไก่ด่างที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	20
4.2 อุณหภูมิของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	20
4.3 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	21
4.4 ความเป็นด่างของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	21
4.5 คาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	22
4.6 ไนไตรท์-ไนโตรเจนของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	22
4.7 ไนไตรท-ไนโตรเจนของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	23
4.8 แอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	23
4.9 ฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	24
4.10 ความนำไฟฟ้าของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์	24

ภาพผนวกที่	
1 ตำแหน่งการจัดวางตู้การทดลองศึกษาระดับความเข้มข้นปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง	51
2 หน่วยทดลองของการศึกษาระดับความเข้มข้นปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

พรรณไม้น้ำได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยมีการนำมาประดับตกแต่งในตู้กระจกคล้ายการจัดสวนพืชน้ำที่มีความงดงาม ซึ่งพรรณไม้น้ำมีความสวยงามแล้วยังมีประโยชน์อย่างยิ่งกับปลาที่เลี้ยงร่วมกันในตู้ พรรณไม้น้ำให้ประโยชน์ในด้านการผลิตออกซิเจน เป็นแหล่งอาหาร ที่หลบซ่อนศัตรูและวางไข่ รากพืชที่ชอนไชไปในพื้นกรวดช่วยให้พื้นตู้ไม่อับชื้นและยังช่วยกำจัดของเสียของปลาในรูปของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยการดูดซับธาตุอาหารต่างๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ในด้านเศรษฐกิจ พรรณไม้น้ำเป็นสินค้าส่งออกอย่างหนึ่งของประเทศ ซึ่งสามารถนำรายได้เข้าประเทศเป็นจำนวนมาก

ต้นขาไก่ด่าง (*Hygrophila polysperma*) เป็นพรรณไม้น้ำชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ประดับตกแต่งในตู้เลี้ยงปลาสวยงาม เนื่องจากลักษณะใบมีสีสันสวยงามเห็นเส้นใบชัดเจน หากได้รับแสงสว่างมากใบจะมีสีชมพูเข้ม มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ดี ขยายพันธุ์ได้ง่าย โดยวิธีตัดลำต้นปักชำ จากคุณสมบัติดังกล่าวนี้การศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและสีใบของต้นขาไก่ด่าง จะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตที่มีคุณภาพและสามารถลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาถึงปริมาณของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

1.1.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและสีใบของต้นขาไก่ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร

ต้นขาไก่ด่างอยู่ในวงศ์ Acanthaceae สกุล Hygrophila ชื่อสามัญว่า Indian water star มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Hygrophila polysperma* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต้นขาไก่ด่างเกิดจากการผ่าเหล่าของต้นขาไก่ ซึ่งเป็นพรรณไม้น้ำในสกุลเดียวกัน ลักษณะของต้นขาไก่ด่างเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่มีความสูงประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร ใบมีสีสันสวยงามเห็นเส้นใบได้ชัดเจน เป็นพรรณไม้น้ำที่ต้องการแสงสว่างมาก อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 18 – 28 องศาเซลเซียส และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 5 – 8 หากได้รับแสงสว่างมากใบจะมีสีชมพูอมแดงเข้ม ขยายพันธุ์โดยวิธีตัดลำต้นปักชำ เจริญเติบโตได้ดีในน้ำอ่อนถึงน้ำกระด้างปานกลาง เนื่องจากคุณสมบัติดังกล่าวนี้จึงทำให้ต้นขาไก่ด่างเป็นพรรณไม้น้ำที่ได้รับความนิยมนำใช้ประดับตกแต่งในตู้เลี้ยงปลาสวยงาม (วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และกาญจนรี พงษ์ฉวี, 2543 ; Prasuhn, 1996)

2.1 ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ

ปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนสีของใบได้แก่ แสง คาร์บอนไดออกไซด์ ปุ๋ย และคุณสมบัติของน้ำ

2.1.1 แสง

แสงสว่างมีความสำคัญในขบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารของพรรณไม้น้ำ และแสงยังเป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของพรรณไม้น้ำ เช่น บริเวณที่มีแสงสว่างมาก พรรณไม้น้ำในบริเวณนี้จะได้รับแสงอย่างเต็มที่จึงทำให้มีขนาดใหญ่กว่าบริเวณที่ได้รับแสงสว่างน้อย (วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และคณะ, 2537 ; กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, 2527) นอกจากนี้แสงที่มาจากแต่ละแหล่งนั้นย่อมให้ความสว่างและความเข้มแสงที่ต่างกัน ผลที่มีต่อพรรณไม้น้ำก็ต่างกันด้วย ซึ่งแหล่งที่มาของแสงมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ดวงอาทิตย์

แสงจากดวงอาทิตย์จัดเป็นแหล่งที่ให้แสงที่มีคุณภาพดีที่สุดต่อการเจริญเติบโต เป็นแหล่งของแสงที่หาได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่ายที่สุด แต่จะมีความยากในการควบคุมปริมาณความเข้มของแสง

(2) หลอดไฟ

หลอดไฟเป็นแหล่งของแสงที่สามารถควบคุมปริมาณความเข้มของแสงและระยะเวลาในการให้แสงแก่พืชน้ำได้ ชนิดของหลอดไฟในปัจจุบันมีหลากหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งสามารถแบ่งชนิดของหลอดไฟได้ดังนี้

(2.1) Incandescent ภายในประกอบด้วยลวดทังสเตนซึ่งมีจุดหลอมเหลวสูงและอัตราการระเหยต่ำ หลอดชนิดนี้ให้พลังงานสูงและสามารถปล่อยพลังงานแสงได้มาก แต่มีอายุการใช้งานสั้น ให้พลังงานความร้อนสูง และราคาแพง

(2.2) Fluorescent เป็นหลอดที่มีความนิยมใช้กันเป็นอย่างมาก แสงที่ส่องผ่านจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ หลอดชนิดนี้จะเสื่อมประสิทธิภาพลงในระยะเวลาประมาณ 6 เดือน ในการติดตั้งหลอดชนิดนี้จะมีราคาค่อนข้างแพง หลอด Fluorescent ชนิดที่นิยมใช้ได้แก่ Gro-lux เป็นหลอดไฟที่จะให้แสงสีแดง และ Trulite หลอดชนิดนี้จะให้ความเข้มแสงที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติ แต่ถ้าใช้หลอดชนิดนี้ โดยให้แสงส่องผ่านโดยตรงจะทำให้เกิดการดูดกลืนแสง ซึ่งจะเกิดผลกระทบต่อพรรณไม้น้ำ

(2.3) Mercury vapor แสงภายในหลอดชนิดนี้เกิดจากการที่ประจุไฟฟ้าทะลุผ่านไอปรอท ประกายแสงที่ให้จะคล้ายกับประกายปรอทที่อยู่ภายในหลอด Fluorescent แต่ประกายปรอทจะสั้นกว่าและมีการอัดปรอทน้อยกว่าหลอด Fluorescent หลอดชนิดนี้ให้ความเข้มแสงที่สูงและมีราคาถูกกว่า Metal – halide หลอดนี้เป็นที่รู้จักกันดีในชื่อ " blended – light "

(2.4) Metal – halide เป็นหลอดไฟขนาดใหญ่ที่ให้แสงใกล้เคียงกับธรรมชาติและมีกำลังส่องสว่างมาก เหมาะสำหรับตู้ขนาดใหญ่และมีความลึก ราคาค่อนข้างแพงและมีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไฟแบบอื่นๆ

(2.5) Hight – pressure sodium หลอดนี้จะให้แสงสีแดงและส้มแดง หลอดชนิดนิยมร่วมกับหลอด metal - halide เนื่องจากหลอด metal – halide จะช่วยเพิ่มแสงสีฟ้า เพื่อความสมดุลในการใช้แสงภายในตู้พืชน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการให้แสงแก่พรรณไม้น้ำโดยการเลือกใช้แสงจากหลอดไฟชนิดต่างๆ ข้างต้นนี้มีปัจจัยที่ควรคำนึงถึงได้แก่ ช่วงเวลาของการให้แสง สีของแสง และความเข้มแสง ซึ่งทั้ง 3 ปัจจัยนี้มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตพรรณไม้น้ำ โดยทั่วไปพรรณไม้น้ำต้องการช่วงเวลาของการให้แสงที่ 12 ชั่วโมง และสามารถเจริญเติบโตได้ดีภายใต้แสงสีแดง

(1) ช่วงเวลาของการให้แสง (Photo period)

ช่วงเวลาการให้แสงแก่พรรณไม้น้ำที่เหมาะสมจะมีผลต่อการพัฒนาขนาดรูปร่างลักษณะของใบและการเจริญเติบโต Yoshida et al. (1994) ทำการศึกษาโดยใช้ *Sagrassum* sp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีน้ำตาลทำการทำการทดลองช่วงระยะเวลาการให้แสงที่ 8 , 10 , 12 , 14 และ 16 ชั่วโมง พบว่าช่วงของการให้แสงที่ 12 ชั่วโมง *Sagrassum* sp. มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด และเจริญเติบโตได้ต่ำที่สุดที่ช่วงการให้แสงที่ 8 ชั่วโมง และ Muhlberg (1982) ทำการศึกษาช่วงของการให้แสงแก่ *Echinodorus berteroi* พบว่าช่วงการให้แสงที่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง จะทำให้ใบมีการเจริญอยู่ในน้ำ ลักษณะใบจะเรียวยาว แต่เมื่ออยู่ในที่ช่วงการให้แสงมากกว่า 12 ชั่วโมง ใบจะมีการเจริญโผล่พ้นน้ำ ลำต้นสูง นอกจากนี้เมื่อทำการศึกษากับ *Echinodorus parviflorus* ซึ่งโดยปกติแล้วเป็นพืชที่ต้องการช่วงการให้แสงที่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง มาทำการทดลองที่ช่วงการให้แสงที่มากกว่า 12 ชั่วโมง พบว่าพืชชนิดนี้จะก้านใบสั้นและใบค่อนข้างยาว

(2) สีของแสง (Spectrum)

chlorophyll ที่อยู่ในพืชสามารถดูดซับ spectrum ได้ในช่วงสีม่วง – สีฟ้า (380 – 480 nm) และช่วงสีส้ม – สีแดง (600 – 680 nm) ผลของการดูดซับช่วงแสงแต่ละช่วงของพืชจะทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกัน สาหร่ายเดนซ่า (*Elodea densa*) จะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดภายใต้หลอดไฟที่ให้แสงสีแดง (Blackburn et al., 1960) ซึ่งโดยทั่วไปช่วงของแสงสีแดงและแสงสีฟ้าเป็นช่วงแสงที่พืชน้ำต้องการไปใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสง

(3) ความเข้มแสง (Light intensity)

ความเข้มแสงจะกล่าวถึงจำนวนหน่วยพลังงานหรือหน่วยวัดความเข้มของแสงที่ตกกระทบพื้นที่ หน่วยวัดความเข้มแสง ได้แก่ lumen , lux และ foot – candle โดย 1 foot – candle = 1 lumen = 10.76 lux (Baensch, 1989)

ความเข้มแสงในน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องมาจากระดับน้ำ เมื่อระดับน้ำมีค่าสูงขึ้นทำให้ความเข้มของแสงลดลงและอนุภาคที่แขวนลอยในน้ำ เช่น ดินตะกอน , สารที่แขวนลอยอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในน้ำและแพลงค์ตอน (Daubenmire, 1974) จะทำให้ความเข้มแสงที่ส่องผ่านมีปริมาณลดลงด้วย ตัวอย่างเช่น ในทะเลสาบ Crystal ที่ความลึก 9 เมตร ความยาวคลื่นแสงสีเหลือง , เขียว และสีฟ้ามี 78 % ของความยาวคลื่นแสงทั้งหมดที่ส่องผ่าน ส่วนความยาวคลื่นแสงสีแดงและสีส้มมีเพียง 8 % นอกจากนี้ทะเลสาบ Black Oak ที่ความลึก 9 เมตร ไม่พบความยาวคลื่นแสงสีแดงและแสงสีม่วง ความยาวคลื่นแสงสีฟ้ามีค่าลดลงซึ่งตรงข้ามกับทะเลสาบ Crystal (Riemer, 1984) เมื่อความเข้มของแสงมีค่าลดลงย่อมจะส่งผลกระทบต่อพืชน้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นด้วย

สุชาดา ศรีเพ็ญ (2530) ได้กล่าวว่าพืชน้ำแต่ละชนิดจะมีความต้องการความเข้มแสงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป โดยทั่วไปพืชน้ำชนิดลอยน้ำจะมีความต้องการความเข้มแสง 2000 ลักซ์ขึ้นไป พืชน้ำที่เจริญขึ้นมาถึงกลางน้ำต้องการความเข้มแสงประมาณ 800 – 1800 ลักซ์ ส่วนพืชน้ำชนิดที่เจริญอยู่บริเวณผิวดินใต้น้ำต้องการความเข้มแสงอย่างต่ำ 100 ลักซ์ และสามารถเจริญได้ดีที่ความเข้มแสง 250 – 300 ลักซ์ ได้แก่ สาหร่ายเดนซ่า (*Elodea densa*) มีการเจริญเติบโตดีที่สุดที่ความเข้มแสงที่ต่ำไม่เกิน 107 ลักซ์ และเจริญได้ต่ำที่สุดที่มีความเข้มแสงเกิน 134.5 ลักซ์ , ต้นน้ำตาเทียน (water stargrass) มีการเจริญเติบโตดีที่สุดที่ความเข้มแสงที่สูงเกิน 2640 ลักซ์ (Blackburn et al.,1960) สาหร่าย *Sagrassum* sp. มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดที่ความเข้มแสง 4000 ลักซ์ (Yoshida et al., 1994)

2.1.2 คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและไม่มีกลิ่น สามารถละลายน้ำได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจน (O_2) ถึง 200 เท่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะได้จากการแพร่ผ่านจากชั้นบรรยากาศ , ขบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์วัตถุต่างๆ โดยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในน้ำ และได้จากการหายใจของพืชและสัตว์ ในช่วงที่มีแสงพรรณไม้น้ำนำแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการดูดซึมจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำเข้าเซลล์เพื่อนำมาใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสง (สมการที่ 1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้ามาในเซลล์จะทำปฏิกิริยากับน้ำ โดยอาศัยรงควัตถุสีเขียวในเซลล์หรือคลอโรฟิลล์ (Chlorophll) และแสงสว่างเพื่อผลิตกลูโคส ซึ่งจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแป้ง (Organics Carbon) หรือคาร์โบไฮเดรต เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งขบวนการดังกล่าวจึงให้ก๊าซออกซิเจนเป็นผลพลอยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{แสง + chlorophyll}]{} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$ ..... สมการที่ 1

ในตอนกลางวันที่มีขบวนการสังเคราะห์แสงนั้นทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงและยังมีผลต่อคุณภาพน้ำดังนี้

(1) ความกระด้าง (Hardness)

กรดคาร์บอนิคในน้ำทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ได้เป็นแคลเซียมไบคาร์บอเนต [$Ca(HCO_3)_2$] ดังสมการที่ 2

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$ ..... สมการที่ 2

พรรณไม้น้ำบางชนิดจะดึงคาร์บอนไดออกไซด์จากแคลเซียมไบคาร์บอเนต ทำให้เกิดตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนตขึ้นจึงทำให้น้ำจะมีค่าความกระด้างเพิ่มขึ้น

(2) ความเป็นด่าง (Alkalinity)

เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำได้เป็นกรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) จากกรดคาร์บอนิคจะแตกตัวให้ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ตามลำดับ ดังสมการที่ 3

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow HCO_3^- + H^+$$

$$HCO_3^- \longrightarrow CO_3^{2-} + H^+$$ ..... สมการที่ 3

จากสมการสมดุลนี้ ค่าความเป็นด่างสูงขึ้นเมื่อสมการไปทางขวาและค่าความเป็นด่างลดลงเมื่อสมการไปทางซ้าย โดยไบคาร์บอเนตอยู่ในรูปที่มีคุณสมบัติในการทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (Buffer Capacity)

(3) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำลดลงอันเนื่องมาจากพืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเมื่อพรรณไม้น้ำมีการดึงก๊าซไปใช้นั้นทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำมีค่าลดลงจึงทำให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้น เมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้นแล้วก๊าซก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเปลี่ยนรูปเป็นคาร์บอเนต ทำให้พรรณไม้น้ำไม่สามารถนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในขบวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสังเคราะห์แสงได้อีก ส่วนในเวลากลางคืนพืชไม่มีการสังเคราะห์แสงทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำสูง ดังนั้นค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะลดต่ำลง

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ เนื่องจากพรรณไม้น้ำใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นโครงสร้างของคาร์บอนพื้นฐานของการเจริญเติบโตเป็นส่วนต่างๆ ซึ่งความสามารถในการใช้คาร์บอนของพรรณไม้น้ำในแต่ละกลุ่มนั้นมีความแตกต่างกันตามแต่ละชนิด เช่น *Lobelia dortumanna* เป็นพรรณไม้น้ำที่มีลักษณะพิเศษคือ มีการแลกเปลี่ยนก๊าซทั้งหมดเกิดขึ้นเหนือผิวรากและไม่เกิดเหนือผิวใบเพียงอย่างเดียวเหมือนพรรณไม้น้ำชนิดอื่นๆ *Lobelia* สามารถใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่สูงจากชั้นดินเพื่อให้เกิดการสังเคราะห์แสงในใบได้ เซลล์เนื้อเยื่อที่มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก (Aerenchyma) ของ *Lobelia* มีการพัฒนาเป็นอย่างดี ทำให้การดูดซึมก๊าซมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Pedersen, 1996) ส่วน Jensen และ Christensen (1999) กล่าวว่า *Berula erecta* และ *Mentha equatica* ไม่มีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากไบคาร์บอเนตได้ เมื่ออยู่ในสภาวะที่สัมผัสกับอากาศจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าสภาวะที่อยู่ในน้ำประมาณ 2 – 3 เท่า

2.1.3 ปุ๋ย (Fertilizer)

ธาตุอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ ธาตุอาหารแบ่งได้เป็นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง พรรณไม้น้ำต้องการธาตุอาหารหลักเป็นปริมาณมากในการเจริญเติบโต ธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อพรรณไม้น้ำ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีจำเป็นต่อการเร่งให้ใบและลำต้นเจริญได้ดี ธาตุอาหารรองนั้นเป็นธาตุอาหารที่พรรณไม้น้ำต้องการในปริมาณน้อยและขาดธาตุอาหารเหล่านี้ไม่ได้ ธาตุอาหารรองที่สำคัญคือ ธาตุเหล็ก ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ช่วยให้ใบมีสีเขียว ถ้ามีการให้ธาตุอาหารเหล่านี้มากเกินไปจะมีอันตรายต่อพรรณไม้น้ำได้ (Kostich, 1999) แหล่งที่มาของธาตุอาหารโดยส่วนใหญ่ได้จาก

(1) ของเสียหรือสิ่งขับถ่ายจากสัตว์น้ำ ซึ่งของเสียเหล่านี้จะมีธาตุอาหารหลักเพียงพอต่อพรรณไม้น้ำ

(2) ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เป็นปุ๋ยที่มีการจัดเตรียมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปรตัสเซียมในสัดส่วนต่างๆ ที่เหมาะต่อการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ในปัจจุบันที่นิยมใช้มีด้วยกันหลายสูตร เช่น สูตร 25-5-5 , 30-20-10 หรือ 27-17-10 สูตรอาหารแต่ละสูตรไม่สามารถใช้ได้ดีกับพืชทุกชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะความต้องการธาตุอาหารของพืชมีช่วงกว้าง รวมทั้งพืชมีความสามารถในการปรับตัวตามความแตกต่างของธาตุอาหารอีกด้วย ซึ่งการปรับตัวนี้สังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของใบ (ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์, 2534 ; Kostich, 1999) ต้นดาวกระจาย (*Hygrophila difformis*) มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อมีการให้สูตรปุ๋ย 25-5-5 (มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และคณะ, 2540)

ในการให้ปุ๋ยนั้นควรคำนึงถึงระดับหรือปริมาณในการให้ในแต่ละครั้งและชนิดของพรรณไม้น้ำ สุชาดา ศรีเพ็ญ (2530) ได้กล่าวว่าชนิดของพรรณไม้น้ำแต่ละชนิดนั้น ต้องการปริมาณของปุ๋ยที่ต่างกันไป พรรณไม้น้ำที่เจริญใต้น้ำควรใช้ประมาณ 0.1 – 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนพรรณไม้น้ำที่มีใบเจริญเหนือน้ำ แต่รากหรือรากและลำต้นเจริญใต้น้ำควรใช้ประมาณ 0.5 – 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ต้นดาวกระจาย (*Hygrophila difformis*) มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด มีลำต้นและใบที่สมบูรณ์ ที่ระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และคณะ, 2540) หากมีการให้ปุ๋ยที่มากเกินไปจะทำให้พรรณไม้น้ำไม่สามารถนำไปใช้ได้หมด จึงเหลือตกค้างอยู่ในน้ำ ปุ๋ยที่เหลือทำให้พืชขนาดเล็ก เช่น แพลงค์ตอน หรือสาหร่ายเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างหนาแน่น (นันทนา คชเสนี, 2536) ส่งผลให้แสงส่องลงในน้ำได้น้อยลง ทำให้มีผลต่อขบวรการสังเคราะห์แสงของพรรณไม้น้ำ (Boyd, 1990)

2.1.4 คุณสมบัติของน้ำ (Water Qualities)

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และคณะ (2535) ได้กล่าวว่าคุณสมบัติของน้ำทั้งทางเคมีและฟิสิกส์เป็นปัจจัยที่กำหนดการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ พรรณไม้น้ำต่างชนิดกันจะต้องการคุณสมบัติน้ำที่ต่างกัน คุณสมบัติของน้ำที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำได้แก่

(1) อุณหภูมิ (Temperature)

พรรณไม้น้ำมีแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิที่แตกต่างกันไป บางชนิดชอบอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง บางชนิดสามารถปรับตัวให้เจริญเติบโตอยู่ได้ในช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกว้างมาก (Eurythermic plants) แต่บางชนิดเจริญเติบโตได้ในช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ค่อนข้างแคบ (Stenothermic plants) พรรณไม้น้ำส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 25 – 29 องศาเซลเซียส

(2) ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเป็นอุปสรรคต่อขบวนการสังเคราะห์แสงของพรรณไม้น้ำ เนื่องจากสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แขวนลอยในน้ำจะสะท้อนหรือดูดซึมแสง จึงทำให้แสงไม่สามารถส่องผ่านลงไปยังพื้นดินใต้น้ำ เป็นผลให้ขบวนการสังเคราะห์แสงของพรรณไม้น้ำลดลง

(3) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

พรรณไม้น้ำจะสามารถใช้ธาตุอาหารได้ดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับระดับ pH ของน้ำ พรรณไม้น้ำโดยส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 6.5 – 7.4

(4) ความกระด้าง (Hardness)

ค่าความกระด้างไม่ถือว่าเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดอันตรายต่อพรรณไม้น้ำ แต่ความกระด้างของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบขึ้นในบริเวณที่เป็นน้ำอ่อน pH ต่ำ แต่บางชนิดชอบขึ้นในน้ำกระด้าง ซึ่งเป็นน้ำที่มีหินปูนมาก แต่โดยทั่วไปพรรณไม้น้ำส่วนใหญ่ชอบน้ำที่มีลักษณะกระด้างเล็กน้อยหรือกระด้างปานกลาง

(5) ออกซิเจน (O_2)

ก๊าซออกซิเจนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเพื่อช่วยในการหายใจในตอนกลางคืนหรือขณะที่ไม่มีแสงสว่างเมื่อขบวนการสังเคราะห์แสงหยุดลง พรรณไม้น้ำที่อาศัยอยู่ใต้น้ำจะดูดซึมก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ส่วนพรรณไม้น้ำที่มีใบเจริญเหนือน้ำจะดูดซึมจากบรรยากาศโดยตรง ก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อาจได้จากบรรยากาศโดยตรง ได้จากขบวนการสังเคราะห์แสง หรือได้จากขบวนทางด้านเคมีอื่นๆ ในน้ำ โดยในแหล่งน้ำมีสารประกอบหรือแร่ธาตุบางชนิดทำปฏิกิริยาต่อกันแล้วให้ออกซิเจนในน้ำได้ แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มีพรรณไม้น้ำจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงเป็นสำคัญ ถ้าหากแหล่งน้ำนั้นๆ ได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอ พรรณไม้น้ำจะใช้ออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงได้อย่างเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 พรรณไม้น้ำที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ขาไก่ด่าง (*Hygrophila polysperma*)

3.1.2 ตู้กระจกขนาด 36 x 36 จำนวน 16 ตู้

3.1.3 ขวดน้ำพลาสติกขนาด 750 มิลลิลิตร จำนวน 16 ขวด

3.1.4 ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ใช้เลี้ยงพรรณไม้น้ำ

3.1.5 ถังก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.1.6 เครื่องวัดความเข้มแสง

3.1.7 หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Gro-lux ขนาด 40 วัตต์ จำนวน 13 หลอด

3.1.8 เครื่องวัดความเข้มสี

3.1.9 เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง

3.1.10 เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.2 วิธีการ

3.2.1 แผนการทดลอง

การทดลองได้วางแผนการดำเนินการเป็น 2 การทดลองย่อย คือ การศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ย และระดับความเข้มข้นของแสงที่เหมาะสมที่มีผลต่อต้นขาไก่ด่าง

(1) การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

การทดลองครั้งนี้จัดการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 ทรีตเมนต์ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	ใช้ตู้หมายเลข 4 , 8 และ 14
ทรีตเมนต์ที่ 2 ความเข้มข้นปุ๋ย 10 มิลลิกรัมต่อลิตร	ใช้ตู้หมายเลข 1 , 6 และ 13
ทรีตเมนต์ที่ 3 ความเข้มข้นปุ๋ย 15 มิลลิกรัมต่อลิตร	ใช้ตู้หมายเลข 9 , 11 และ 15
ทรีตเมนต์ที่ 4 ความเข้มข้นปุ๋ย 20 มิลลิกรัมต่อลิตร	ใช้ตู้หมายเลข 3 , 7 และ 10

ในแต่ละทรีตเมนต์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยในแต่ละซ้ำประกอบด้วยพรรณไม้น้ำ 6 ต้น และมีการสุ่มตำแหน่งที่ตั้งตู้กระจกโดยการจับสลาก (ภาพผนวกที่ 1 และ 2)

(2) การทดลองที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีใบของต้นขาไก่ด่าง แบ่งการทดลองเป็น 4 ทรีตเมนต์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ความเข้มแสง 600 ลักซ์

ทรีตเมนต์ที่ 2 ความเข้มแสง 1000 ลักซ์

ทรีตเมนต์ที่ 3 ความเข้มแสง 2300 ลักซ์

ทรีตเมนต์ที่ 4 ความเข้มแสง 3500 ลักซ์

ในแต่ละทรีตเมนต์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยในแต่ละซ้ำประกอบด้วยพรรณไม้น้ำ 6 ต้น

3.2.2 ขั้นตอนการเตรียม

(1) กรวด ล้างกรวดให้สะอาด แช่คอปเปอร์ซัลเฟต 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 1 วัน และแช่กรดซัลฟุริก 10 มิลลิลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 1 วัน

(2) ตู้กระจก ใส่น้ำที่มีคอปเปอร์ซัลเฟต 10 มิลลิกรัมต่อลิตร แช่เป็นเวลา 1 วัน ถ่ายน้ำทิ้งแล้วตากให้แห้ง

(3) ขวดพลาสติก นำมาติดข้างในตู้โดยให้ปากขวดอยู่สูงกว่าระดับพื้นตู้ประมาณ 10 เซนติเมตร

(4) พรรณไม้น้ำ นำมาทดลองเลี้ยงในน้ำ เป็นเวลา 1 สัปดาห์เพื่อให้พรรณไม้น้ำปรับตัว

3.2.3 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

(1) การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

(1.1) เติมน้ำจำนวน 32 ลิตรลงในตู้ จำนวน 15 ตู้ และใส่กรวดในแต่ละตู้ให้มีความสูง 5 เซนติเมตร

(1.2) ชั่งน้ำหนักพรรณไม้น้ำตู้ละ 6 ต้น แล้วบันทึกผล

(1.3) นำพรรณไม้น้ำลงในแต่ละตู้

(1.4) จะวางตู้กระจกเรียงเป็นแนวเดียวจำนวน 3 แถว

(1.5) ใส่ปุ๋ยที่ความเข้มข้นต่างๆอาทิตย์ละครั้ง

(1.6) เปลี่ยนถ่ายน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกสัปดาห์ เริ่มตั้งแต่สัปดาห์แรกที่ลงทำการทดลอง จำนวน 10 ครั้ง แล้วบันทึกผล มีดังนี้

- ปริมาณความเป็นกรด-เป็นด่าง
- อุณหภูมิน้ำ
- ค่าความนำไฟฟ้า
- ปริมาณความเป็นด่าง
- ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน
- ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน
- ปริมาณฟอสฟอรัส

(1.7) ชั่งน้ำหนักเปียกและบันทึกผล

(2) การทดลองที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของต้นขาไก่ด่าง

(2.1) เติมน้ำจำนวน 32 ลิตรลงในตู้ จำนวน 16 ตู้ และใส่กรวดในแต่ละตู้ให้มีความสูง 5 เซนติเมตร

(2.2) สุ่มตัวอย่างใบต้นขาไก่ด่างนำมาทำการวัดความเข้มของสี

(2.3) นำพรรณไม้น้ำลงปลูก แต่ละทรีตเมนต์ปลูกต้นไม้ 3 ตู้

(2.4) แต่ละทรีตเมนต์วางตู้ 4 ตู้ เรียงเป็นสองแถว

(2.5) ใส่ปุ๋ยที่ความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตรทุกทรีตเมนต์

(2.6) นำใบต้นขาไก่ด่างมาชั่งน้ำหนัก วัดความเข้มของสี และบันทึกผล

3.2.4 บันทึกข้อมูล

(1) คุณภาพน้ำ

(2) น้ำหนักเปียก

(3) ความเข้มของสีใบ

3.2.5 **วิเคราะห์ข้อมูล**

นำข้อมูลน้ำหนักแห้ง , คุณภาพน้ำจากการทดลอง และความเข้มสีใบของต้นขาไก่ด่าง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Microsolf Excel version 7.0

3.2.6 สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2543 ถึงวันที่ 13 เมษายน 2544 รวมใช้เวลาทดลองทั้งสิ้น 134 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

(1) การเจริญเติบโต

จากการทดลองใช้ปุ๋ย N-P-K สูตร 25–5–5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลให้ต้นขาไก่ด่างเจริญเติบโตดีที่สุด ระดับความเข้มข้นที่รองลงมาคือ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหนักของต้นขาไก่ด่างเพิ่มขึ้นเฉลี่ยน้อยที่สุด ตามลำดับดังนี้ 20.54 , 20.23 , 16.92 และ 20.23 กรัม และเมื่อนำน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความแตกต่างน้อยกว่าชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยของชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรมีความแตกต่างน้อยกว่าชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนในชุดการทดลองใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและน้ำหนักเฉลี่ย(กรัม)ของต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ย NPK สูตร 25-5-5 ความเข้มข้นต่างๆในระยะเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้นของปุ๋ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม)	น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม)
0	4.22	9.89	14.11[a]
10	4.81	12.11	16.92[b]
15	4.60	15.94	20.54[c]
20	4.45	15.78	20.23[c]

* อักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) คุณสมบัติน้ำ

(2.1) อุณหภูมิ (Temperture)

จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิ ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยและชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเฉลี่ย 26.3 ± 0.12 , 26.3 ± 0.09 , 26.3 ± 0.13 และ 26.3 ± 0.09 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อนำอุณหภูมิมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลปรากฏว่ามีความไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2)

(2.2) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

จากการทดลองพบว่าความเป็นกรดเป็นด่าง ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยและชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเฉลี่ย 7.00 ± 0.06 , 7.08 ± 0.06 , 7.09 ± 0.01 และ 7.06 ± 0.06 ตามลำดับ เมื่อนำความเป็นกรดเป็นด่างมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.3)

(2.3) ความเป็นด่าง (Alkalinity)

จากการทดลองพบว่าความเป็นด่าง ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยและชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเฉลี่ย 191.17 ± 3.32 , 169.42 ± 3.16 , 167.5 ± 3.23 และ 152.43 ± 2.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำความเป็นด่างมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลปรากฏว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.4)

(2.4) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

จากการทดลองพบว่าความเป็นด่าง ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยและชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเฉลี่ย 35.77 ± 1.74 , 37.13 ± 2.44 , 34.63 ± 2.46 และ 38.70 ± 2.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำความเป็นด่างมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.5)

(2.5) ไนไตรท์-ไนโตรเจน (NO_2-N)

จากการทดลองพบว่าความเป็นด่าง ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยและชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเฉลี่ย 0.01 ± 0.00 , 0.01 ± 0.00 , 0.01 ± 0.00 และ 0.01 ± 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำความเป็นด่างมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2.6) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N)

จากการทดลองพบว่าไนเตรท-ไนโตรเจน ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยและชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเฉลี่ย 9.05 ± 0.89 , 6.26 ± 0.76 , 10.63 ± 0.73 และ 12.67 ± 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำไนเตรท-ไนโตรเจนมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดการทดลองใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้นที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองชุดการทดลองใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้นที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.7)

(2.7) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Total Ammonia nitrogen ; TAN)

จากการทดลองพบว่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยและชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเฉลี่ย 3.22 ± 0.57 , 7.89 ± 0.96 , 10.54 ± 1.41 และ 15.89 ± 1.74 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมาวิเคราะห์ทางสถิติชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กับชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้น 10 , 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดการทดลองใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้นที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กับที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้นที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กับที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.8)

(2.8) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus ; TP)

จากการทดลองพบว่าฟอสฟอรัส ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยและชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเฉลี่ย 0.21 ± 0.09 , 1.66 ± 0.75 , 4.63 ± 0.75 และ 6.91 ± 1.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำฟอสฟอรัสมาวิเคราะห์ทางสถิติในชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กับชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้น 10 , 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดการทดลองใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้นที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้นที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.9)

(2.9) ความนำไฟฟ้า

จากการทดลองพบว่าความนำไฟฟ้า ชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยและชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเฉลี่ย 0.21 ± 0.09 , 1.66 ± 0.75 , 4.63 ± 0.75 และ 6.91 ± 1.01 mS/cm. ตามลำดับ เมื่อนำความนำไฟฟ้ามาวิเคราะห์ทางสถิติชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองใส่ปุ๋ยระดับความต่างๆ ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างต่อกันในทางสถิติ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.10)

การทดลองที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีใบของต้นขาไก่ด่าง

จากการทดลองปลูกต้นขาไก่ด่างภายใต้การให้แสงที่ 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Gro-lux ขนาด 40 วัตต์ ที่ระดับความเข้มแสงต่างๆ พบว่าที่ระดับความเข้มแสง 3500 ลักซ์ มีผลทำให้ใบของต้นขาไก่ด่างมีสีชมพูอมแดงมากที่สุด รองลงมาคือระดับความเข้มแสง 2300 , 1000 และ 600 ลักซ์ ตามลำดับ เมื่อนำลักษณะเฉดสี (Hue) มาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าใบของต้นขาไก่ด่างที่ระดับความเข้มแสง 600 และ 1000 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อนำความลักษณะสีเขียวของใบมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าทุกระดับความเข้มแสงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตาราง 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99812

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของน้ำเฉลี่ยในตู้ทดลองปลูกต้นขาไก่ด่างโดยใช้ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

คุณสมบัติของน้ำ	ปุ๋ย 0 มก./ล.		ปุ๋ย 10 มก./ล.		ปุ๋ย 15 มก./ล.		ปุ๋ย 20 มก./ล.	
	เฉลี่ย ± SE	ช่วง	เฉลี่ย ± SE	ช่วง	เฉลี่ย ± SE	ช่วง	เฉลี่ย ± SE	ช่วง
อุณหภูมิ (°ซ)	26.30 ± 0.12[a]	25.1 – 27.6	26.30 ± 0.09[a]	25.5 – 27.6	26.30 ± 0.13[a]	25.5 – 27.9	26.3 ± 0.09[a]	25.5 – 27.7
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.00 ± 0.06[a]	6.54 – 7.65	7.08 ± 0.06[a]	6.46 – 7.93	7.09 ± 0.01[a]	6.21 – 7.92	7.06 ± 0.06[a]	6.42 – 7.77
ความเป็นด่าง (มก./ล.)	191.17 ± 3.32[a]	174 - 206	169.42 ± 3.16[b]	161 - 187	167.5 ± 3.23[b]	154 - 179	152.43 ± 2.76[b]	124 - 166
คาร์บอนไดออกไซด์ (มก./ล.)	35.77 ± 1.74[a]	13 - 54	37.13 ± 2.44[a]	20 - 51	34.63 ± 2.46[a]	13 - 57	38.70 ± 2.72[a]	18 - 57
ไนไตรท์-ไนโตรเจน (มก./ล.)	0.01 ± 0.00[a]	0 – 0.08	0.01 ± 0.00[a]	0 - .0.06	0.01 ± 0.00[a]	0 – 0.05	0.01 ± 0.00[a]	0 – 0.48
ไนเตรท-ไนโตรเจน (มก./ล.)	9.05 ± 0.89[a]	5.98–12.48	6.26 ± 0.76[b]	2.62 - 9.98	10.64 ± 0.73[ac]	4.79-14.04	12.67 ± 1.00[c]	7.79– 17.32
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มก./ล.)	3.22 ± 0.57[a]	0 – 10.12	7.89 ± 0.96[b]	4.22-10.47	10.54 ± 1.41[c]	6.18-14.48	15.89 ± 1.74[d]	11.46-20.05
ฟอสฟอรัส (มก./ล.)	0.21 ± 0.09[a]	0.07-0.68	1.66 ± 0.75[b]	0.04 - 4.92	4.63 ± 0.75[c]	1.40 - 7.86	7.01 ± 1.01[c]	4.26 - 11.56
ความนำไฟฟ้า (mS/cm.)	0.28 ± 0.00[a]	0.26 – 0.31	0.29 ± 0.00[ab]	0.27 – 0.32	0.30 ± 0.00[ab]	0.27 – 0.32	0.31 ± 0.00[b]	0.29 – 0.32

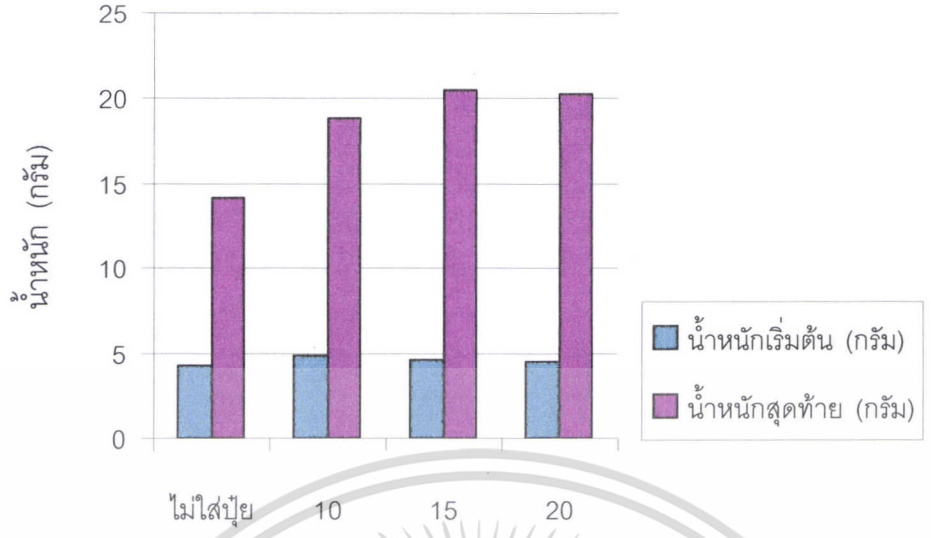
* ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษณะในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.3 ความเข้มสีใบของต้นขาไก่ด่าง ที่ระดับความเข้มแสงต่างๆ ภายใต้การให้แสงที่ 12 ชั่วโมง

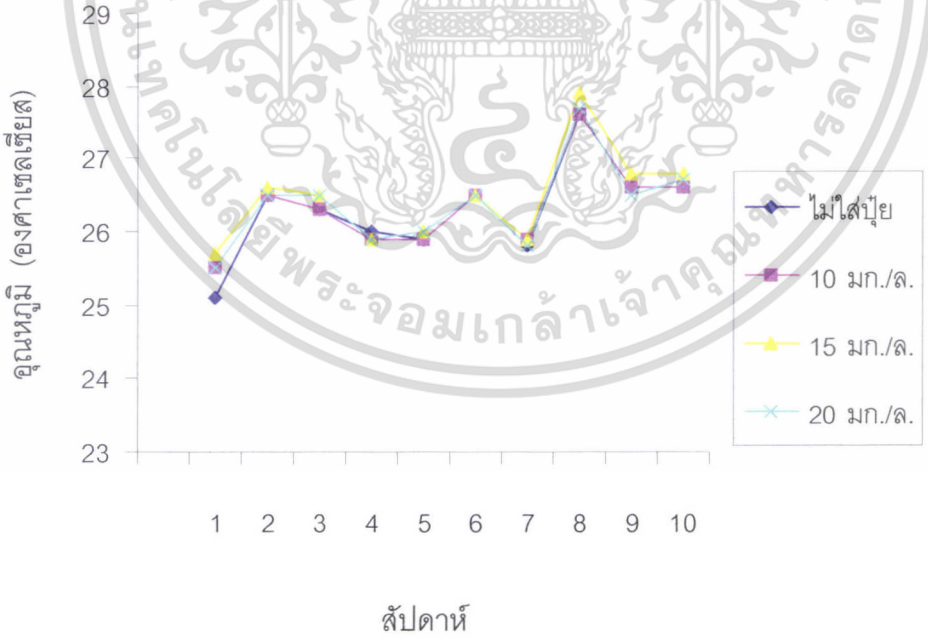
คุณสมบัติ	Hue	L	a	b
ก่อนการทดลอง	116.49 ± 0.12^{a}	71.97 ± 0.52^{a}	-17.18 ± 0.26^{a}	34.47 ± 0.47^{a}
600 ลักซ์	115.48 ± 2.84^{ab}	54.63 ± 2.17^{abc}	-14.17 ± 0.32^{a}	30.86 ± 3.07^{abc}
1000 ลักซ์	111.46 ± 0.76^{b}	51.27 ± 1.15^{bd}	-11.97 ± 0.22^{b}	30.50 ± 0.66^{b}
2300 ลักซ์	95.41 ± 1.06^{c}	48.27 ± 0.35^{cd}	-2.30 ± 0.41^{c}	24.45 ± 0.48^{c}
3500 ลักซ์	84.52 ± 0.92^{d}	52.26 ± 4.90^{d}	1.13 ± 0.06^{d}	12.69 ± 2.80^{d}

* อักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



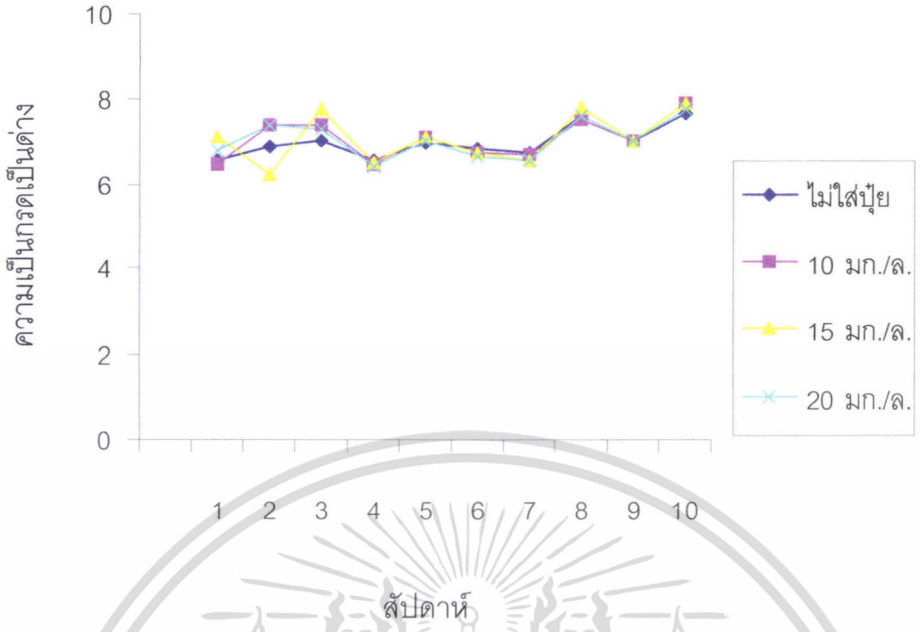
ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบน้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม) ของต้นขาไก่ด่างที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์



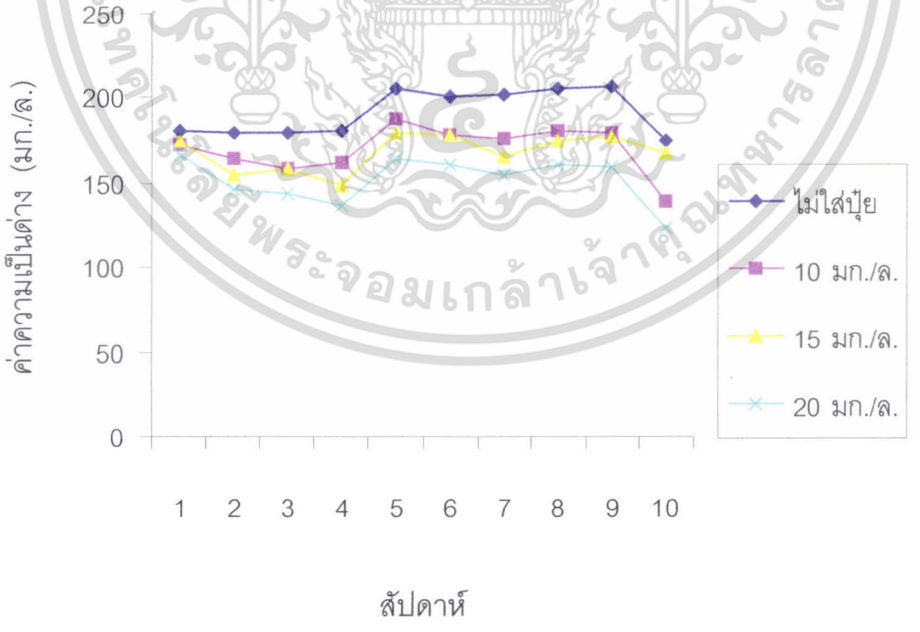
ภาพที่ 4.2 อุณหภูมิของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18777



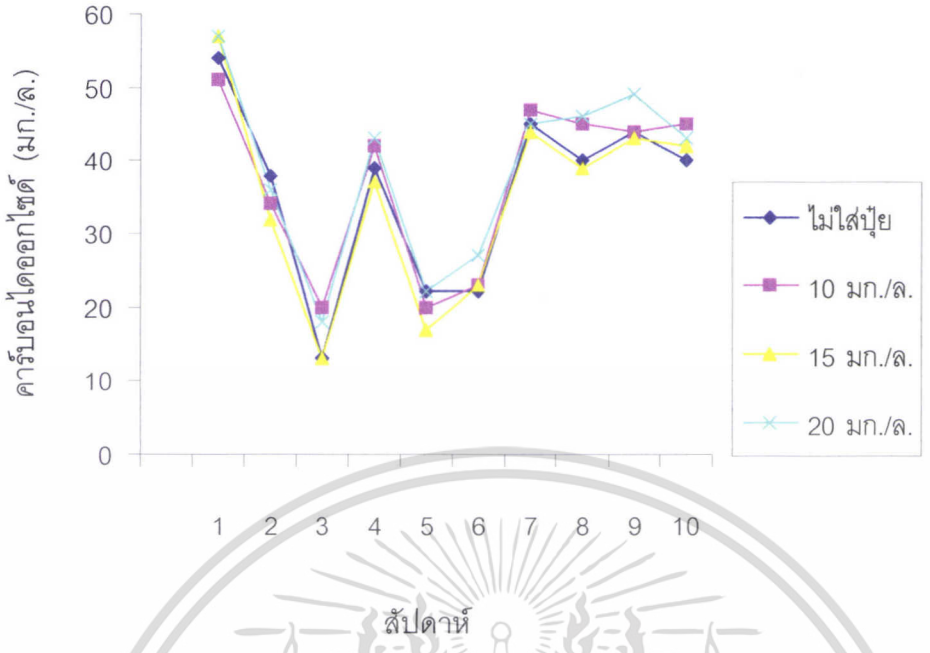
ภาพที่ 4.3 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์



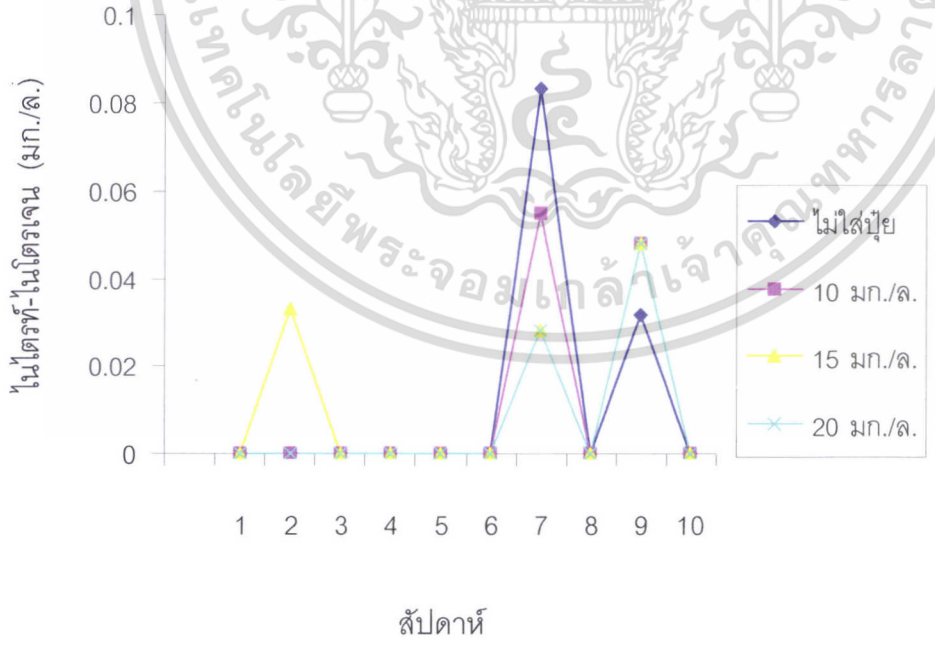
ภาพที่ 4.4 ความเป็นด่างของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



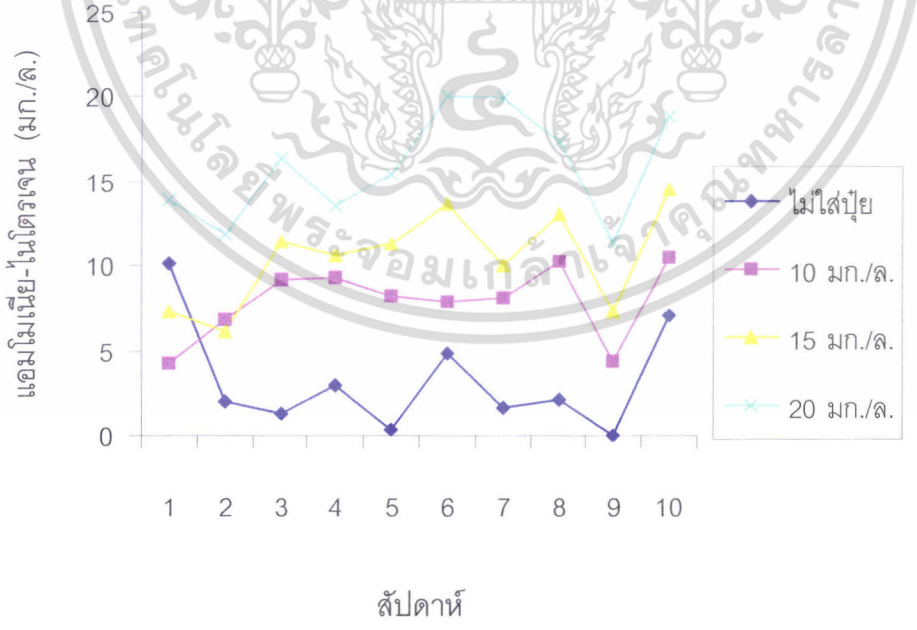
ภาพที่ 4.5 คาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์



ภาพที่ 4.6 ไนไตรท์-ไนโตรเจนของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

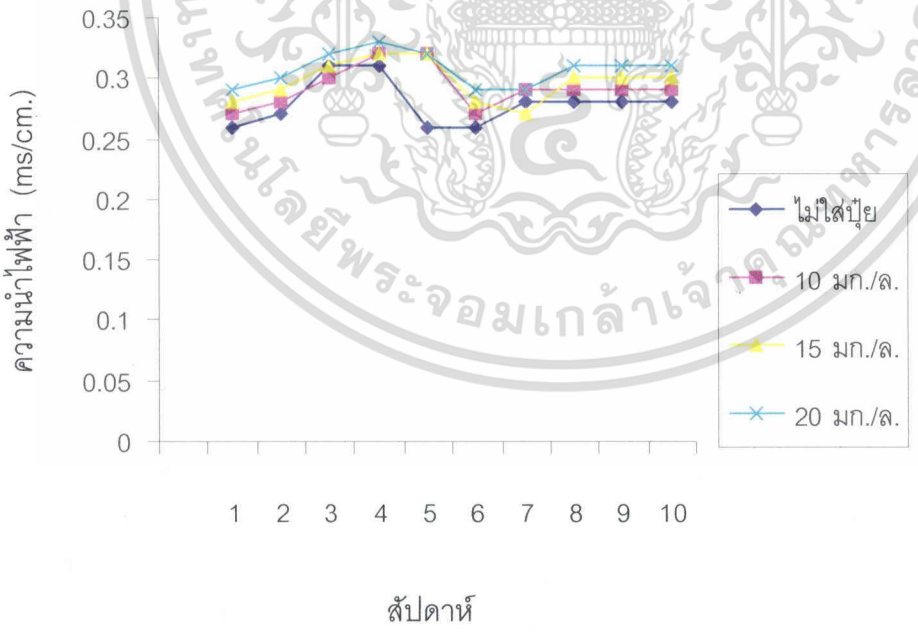
ภาพที่ 4.7 ไนไตรท-ไนโตรเจนของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์



ภาพที่ 4.8 แอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้มข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.9 ฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้ม ข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์



ภาพที่ 4.10 ความนำไฟฟ้าของน้ำในตู้การทดลองเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ยที่ระดับเข้ม ข้นต่างๆ ตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

สำหรับการทดลองปลูกต้นขาไก่ด่างด้วยปุ๋ยสูตร N-P-K ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของต้นขาไก่ด่างในชุดการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ในชุดการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากการทดลองพบว่าที่ระดับความเข้มข้นปุ๋ย 15 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถทำให้ต้นขาไก่ด่างเจริญเติบโตได้ดีที่สุด มีลำต้นและใบสมบูรณ์ เช่นเดียวกับการทดลองปลูกต้นเขากวาง (*Hygrophila difformis*) สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อมีการให้ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มปุ๋ยที่ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร (มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และคณะ, 2540) และมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าชุดการทดลองที่ใช้ความเข้มข้นของปุ๋ย 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอาจเป็นความเข้มข้นที่สูงเกินไป โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ซึ่งกรมวิชาการ (2521) รายงานว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนทางใบ ไม่ควรให้เข้มข้นเกินไป ข้อควรคำนึงถึงคือต้องใส่ในปริมาณและวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมกับชนิด และอายุของพืชนั้นๆด้วย จากการวิเคราะห์ค่าความนำไฟฟ้าพบว่า ชุดการการทดลองใส่ปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าความนำไฟฟ้าสูงที่สุด ซึ่งค่าความนำไฟฟ้าแสดงถึงความสามารถของน้ำในการสื่อนำกระแสไฟฟ้า และตัวการที่เป็นสื่อนำไฟฟ้าในน้ำคือ ไอออน ดังนั้น ความนำไฟฟ้าของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของสารประกอบอนินทรีย์ที่แตกตัวให้ไอออนได้ สามารถใช้วัดปริมาณความเข้มข้นของแร่ธาตุ หรือสารที่ละลายอยู่ในน้ำได้ นอกจากนี้อุณหภูมิก็มีผลต่อความนำไฟฟ้าด้วยโดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการแตกตัวเป็นไอออนต่างๆจะเพิ่มขึ้นด้วย (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528) จากการทดลองพบว่าค่าความนำไฟฟ้าในชุดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าความนำไฟฟ้าสูงกว่าในชุดการทดลองที่ใช้ความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยที่อุณหภูมิของน้ำไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ปริมาณความเข้มข้นของแร่ธาตุ หรือสารที่ละลายในน้ำของชุดการทดลองที่ใช้ความเข้มข้นของปุ๋ย 20 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดจากการใช้ปุ๋ยความเข้มข้นสูงเกินไป ทำให้ต้นขาไก่ด่างไม่สามารถนำไปใช้ได้หมด จึงเหลือตกค้างอยู่ในน้ำ ทำปุ๋ยที่เหลืออยู่ทำให้พืชขนาดเล็ก เช่นแพลงค์ตอน หรือเจริญเติบโตจำนวนมากขึ้น (นันทนา คช-เสนี, 2536) ส่งผลให้แสงส่องลงในน้ำได้น้อยลง รบกวนขบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้ต้นขาไก่ด่างชุดการทดลองที่ใช้ความเข้มข้นของปุ๋ย 20 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการเจริญเติบโตได้น้อยกว่าในชุดการทดลองที่ใช้ความเข้มข้นปุ๋ย 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีใบของต้นขาไก่ด่าง

สำหรับการทดลองปลูกต้นขาไก่ด่างภายใต้การให้แสงที่ 12 ชั่วโมงต่อวัน พบว่าจากการสังเกตด้วยตาเปล่าลักษณะสีใบของต้นขาไก่ด่างที่ระดับความเข้มแสง 3500 ลักซ์ มีสีชมพูอมแดงเข้มกว่าที่ระดับความเข้มแสง 2300 , 1000 และ 600 ลักซ์ ตามลำดับ แต่เมื่อใช้ Chroma meter ทำการวัดความเข้มสีและวิเคราห์ผล พบว่าสีใบที่ระดับความเข้มแสง 2300 และ 3500 ลักซ์ มีสีใบออกเฉดสีชมพูเหมือนกัน แต่ที่ระดับความเข้ม 2300 ลักซ์ ใบของต้นขาไก่ด่างมีสีชมพูอมแดงเล็กน้อย เมื่อนำผลจากการวัดสีเขียวของใบของต้นขาไก่ด่างทุกระดับความเข้มแสงมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบลักษณะเฉดสี (Hue) ของใบที่ระดับความเข้มแสง 600 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มแสง 1000 ลักซ์ และเมื่อเปรียบเทียบความขาว (lightness) ของใบพบว่าที่ระดับความเข้มแสง 1000 , 2300 และ 3500 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากการทดลองพบว่าที่ระดับความเข้มแสง 3500 ลักซ์ มีผลต่อการเปลี่ยนสีใบของต้นขาไก่ด่างมากที่สุด และทำให้ใบของต้นขาไก่ด่างมีสีชมพูอมแดงเข้มกว่าใบของต้นขาไก่ด่างที่ได้รับแสงที่ระดับความเข้มแสงที่ต่ำกว่า 3500 ลักซ์ ซึ่งเป็นไปตามคำกล่าวของ Prasuhn (1996) กล่าวว่าความเข้มแสงที่มากกว่า 2000 ลักซ์ มีอิทธิพลทำให้ใบของต้นขาไก่ด่างมีสีชมพูอมแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

1. ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มปุ๋ย 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ต้นขาไก่ด่าง (*Hygrophila polysperma*) มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด
2. ภายใต้การให้แสงโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Gro-lux ขนาด 40 วัตต์ ให้แสง 12 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 2 วัน พบว่าที่ระดับความเข้มแสง 3500 ลักซ์ มีผลต่อการเปลี่ยนสีใบของต้นขาไก่ด่างและใบของต้นขาไก่ด่างมีสีชมพูอมแดงมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง ควรใช้ความเข้มข้นของปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นปุ๋ย 15 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้าต้องการทำให้ต้นขาไก่ด่างเป็นสีชมพูอมแดง ซึ่งเป็นที่นิยมของตลาด ควรจะใช้ความเข้มแสง 3500 ลักซ์ เป็นเวลา 2 วัน
2. ควรมีการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำที่ระดับความเข้มแสงที่สูงกว่า 3500 ลักซ์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาการให้แสงกับความเข้มของสีใบต้นไก่ด่าง
3. ควรมีการทดลองเลี้ยงพรรณไม้น้ำภายใต้การให้แสงโดยใช้หลอดไฟหลายชนิด เพื่อเปรียบเทียบชนิดหลอดไฟที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนสีใบของต้นขาไก่ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย (Algae). คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 350 หน้า

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ : พรานนกการพิมพ์. 127 หน้า

นันทนา คชเสนี. 2536. คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 117 หน้า

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ , วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และศิริ วัดสว่าง. 2540. ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวกระจาย *Hygrophila difformis*. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 24 หน้า

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และ กาญจนรี พงษ์ฉวี. 2543. พรรณไม้น้ำ. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำจืดสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.122 หน้า

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ , นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และสุภาพ พรหมยศ. 2535. พรรณไม้น้ำประดับตู้ปลา. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 44 หน้า

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. พรรณไม้น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 350 หน้า

Baensch, H.A. 1989. Aquarium atlas. 2nd. Hongkong. 147 p.

Blackburn, R.D., Lawrence, J.M. and Davis, Davis. 1960. Effects of light intensity and quality on the growth of *Elodea densa* and water stargrass (*Heteranthera dubia*). Weeds 9 : 251 – 257

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Boyd, C.E. 1990. Water Qulity in Ponds for Aquaculture. Bermingham Publishing Co., Alabama. 482 p.

Bridle, P. 1983. "Color measurement in red wine" In Sensory quality in foods and Beverages : definition, measurement and control, (Williams, A.A., and Atkin, R.K., eds.), Ellis Horwood company limited. Chichester 346 – 349.

Daubenmire, R.F. 1974. Plants and environment. 3 ed. Th. John Wiley &Sons, New York. 422 p.

James, B. 1986. A fishkeeper's guide to aquarium plants. Salamander Books. Ltd. 117 p.

Jensen, K.S. and Christensen, H.F. 1999. Plant growth and photosynthesis in the Transition zone between land and stream. Aquatic botany. 69 : 23 – 35.

Kostich, J. 1999. Fertilizing Plants. [Online]. Available : http://www.bestfish.com/tips/

Laohavisuti, N. 1997. Aquatic plants for improving water quality in aquarium fish culture. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.137 p.

Muhlberg, H. 1982. The complete guide to water plant. E.P.Publishing, Ltd. 392 p.

Pedersen, O. 1996. Water and Gas Transport in Aquatic Plants. [Online]. Available : http://www.tropica.com/aqhl.html.

Prasuhn, M.. 1996. Hygrophila polysperma 'Rosanervig'. [Online]. Available : http://www.tropica.dk/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Riemer, D.N. 1984. Introduction to freshwater vegetation. Avi Publishing Compary, Inc., Westport, Connecticut. 207 p.

Tiedtke, T.. 1998. Light a dutch aquarium. [Online]. Available : http://www.mops.on.ca/

Yoshida, G., Satoshi, A. and Takujii U. 1994. Effects of photoperiod, light intensity and water temperature on the early development of *Sargassum* sp.. Bull nansei natl fish res.inst 28 : 21 - 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักเปียกสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) ในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่าง โดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

Source	SS	d.f.	MS	F-ratio	Sig. level
Between groups	83.209692	3	27.736564	53.507	.000
Within groups	4.147000	8	.518375		
Total (corrected)	87.356692	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 อุณหภูมิในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
0	25.4	26.5	26.2	25.8	25.8	26.4	25.7	27.4	26.4	26.5
0	24.9	26.4	26.3	26.0	25.9	26.4	25.7	27.4	26.4	26.5
0	25.1	26.7	26.5	26.1	26.2	26.6	26.0	28.0	27.0	26.9
ค่าเฉลี่ย	25.13	26.53	26.33	25.97	25.97	26.47	25.80	27.60	26.60	26.63
SE	0.15	0.09	0.09	0.09	0.12	0.07	0.10	0.20	0.20	0.13
10	25.4	26.6	26.2	25.8	25.8	26.4	25.7	27.4	26.4	26.5
10	25.5	26.4	26.2	25.9	25.9	26.4	25.9	27.6	26.4	26.5
10	25.5	26.6	26.5	26.0	26.0	26.6	26.0	27.8	27.0	26.9
ค่าเฉลี่ย	25.47	26.53	26.30	25.90	25.90	26.47	25.87	27.60	26.60	26.63
SE	0.03	0.07	0.10	0.06	0.06	0.07	0.09	0.12	0.20	0.13

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
15	25.3	26.4	26.2	25.9	25.8	26.4	25.7	28.0	26.4	26.5
15	25.9	26.6	26.6	25.9	26.0	26.6	25.9	28.0	27.0	26.9
15	26	26.9	26.8	25.9	26.1	26.6	26.0	27.6	27.1	26.9
ค่าเฉลี่ย	25.73	26.63	26.53	25.90	25.97	26.53	25.87	27.87	26.83	26.77
SE	0.22	0.15	0.18	0.00	0.09	0.07	0.09	0.13	0.22	0.13
20	25.4	26.6	26.2	25.8	25.9	26.4	25.8	27.4	26.4	26.5
20	25.4	26.4	26.3	25.9	26.0	26.6	25.9	27.9	26.4	26.7
20	25.8	26.6	26.9	25.9	26.0	26.6	25.8	27.9	26.7	26.8
ค่าเฉลี่ย	25.53	26.53	26.47	25.87	25.97	26.53	25.83	27.73	26.50	26.67
SE	0.13	0.07	0.22	0.03	0.03	0.07	0.03	0.17	0.10	0.09

ตารางผนวกที่ 3 ความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
0	6.57	7	7.1	6.59	7.00	6.84	6.82	7.37	7.12	7.77
0	6.6	6.8	6.8	6.49	6.97	6.78	6.66	7.81	7.01	7.86
0	6.58	6.8	7.15	6.54	7.02	6.88	6.79	7.76	7.03	7.51
ค่าเฉลี่ย	6.58	6.87	7.02	6.54	7.00	6.83	6.76	7.65	7.05	7.71
SE	0.01	0.07	0.11	0.03	0.02	0.03	0.05	0.14	0.03	0.11
10	6.8	7.5	7.8	6.42	7.01	6.74	6.73	7.58	7.06	7.92
10	6.23	7.35	7.56	6.44	6.94	6.75	6.68	7.72	6.93	7.88
10	6.4	7.4	7.64	6.51	7.34	6.74	6.73	7.34	7.08	7.98
ค่าเฉลี่ย	6.48	7.42	7.41	6.46	7.10	6.74	6.71	7.55	7.02	7.93
SE	0.17	0.04	0.07	0.03	0.12	0.00	0.02	0.11	0.05	0.03

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
15	7.23	6.81	7.59	6.40	6.84	6.67	6.48	7.72	7.01	7.67
15	7.42	6.9	7.86	6.59	7.25	6.72	6.58	7.71	6.95	7.84
15	7.2	6.42	7.95	6.57	7.28	6.79	6.69	7.99	7.18	8.24
ค่าเฉลี่ย	7.12	6.21	7.80	6.52	7.12	6.73	6.58	7.81	7.05	7.92
SE	0.07	0.15	0.11	0.06	0.14	0.04	0.0641	0.09	0.07	0.17
20	6.98	7.1	6.97	6.41	6.94	6.62	6.56	7.63	7.01	7.74
20	6.88	7.23	6.98	6.44	6.84	6.62	6.56	7.66	7	7.75
20	6.53	7.34	7.21	6.42	7.28	6.72	6.54	7.69	7.14	7.81
ค่าเฉลี่ย	6.80	7.40	7.30	6.42	7.02	6.65	6.55	7.66	7.05	7.77
SE	0.14	0.07	0.08	0.01	0.13	0.03	0.01	0.02	0.05	0.02

ตารางผนวกที่ 4 ความเป็นด่างในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
0	171	183	183	183	210	202	204	212	209	171
0	195	176	179	181	204	201	202	200	204	193
0	173	178	175	180	201	199	199	203	206	158
ค่าเฉลี่ย	180	179	179	181	205	201	202	205	206	174
SE	7.69	2.08	2.31	0.88	2.65	0.88	1.45	3.61	1.45	10.21
10	171.6	163	158	163	188	180	175	178	176	123
10	166	163	156	161	181	174	173	181	180	124
10	178	165	159	160	192	181	181	182	181	169
ค่าเฉลี่ย	172	164	158	161	187	178	176	180	179	139
SE	3.47	0.67	0.88	0.88	3.21	2.19	2.40	1.20	1.53	15.17

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
15	176	163	155	144	177	169	159	170	174	166
15	181	155	165	151	178	192	164	173	176	169
15	168	143	154	152	181	174	171	178	180	167
ค่าเฉลี่ย	175	154	158	149	179	178	165	174	177	167
SE	3.79	5.81	3.51	2.52	1.20	6.98	3.48	2.33	1.76	0.88
20	168	134	145	138	164	163	153	160	158	122
20	167	170	140	135	160	157	156	156	156	123
20	162	134	146	139	167	160	153	164	163	127
ค่าเฉลี่ย	166	146	144	137	164	160	154	160	159	124
SE	1.86	12.00	1.86	1.20	2.03	1.73	1.00	2.31	2.08	1.53

ตารางผนวกที่ 5 คาร์บอนไดออกไซด์ในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้น	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่
(มก./ล.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	55	42	10	37	23	24	45	39	45	45
0	52	37	14	44	20	25	46	44	47	38
0	56	35	14	37	23	17	45	36	41	37
ค่าเฉลี่ย	54	38	13	39	22	22	45	40	44	40
SE	1.20	2.08	1.33	2.33	1.00	2.52	0.33	2.33	1.76	2.52
10	45	30	25	44	22	22	46	49	48	45
10	57	37	21	46	25	21	49	49	41	44
10	51	35	13	37	14	26	45	37	44	46
ค่าเฉลี่ย	51	34	20	42	20	23	47	45	44	45
SE	3.46	2.08	3.53	2.73	3.28	1.53	1.20	4.00	2.03	0.58

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
15	66	33	16	39	24	25	45	45	50	44
15	58	32	12	38	13	22	40	36	43	43
15	48	32	10	34	13	22	47	35	35	39
ค่าเฉลี่ย	57	32	13	37	17	23	44	39	43	42
SE	5.21	0.33	1.76	1.53	3.67	1.00	2.08	3.18	4.33	1.53
20	58	36	16	52	22	27	46	53	54	48
20	60	34	23	41	24	30	47	50	52	43
20	52	39	15	37	21	25	42	35	41	38
ค่าเฉลี่ย	57	36	18	43	22	27	45	46	49	43
SE	2.40	1.45	2.52	4.48	0.88	1.45	1.53	5.57	4.04	2.89

ตารางผนวกที่ 6 ไนไตรท์-ไนโตรเจนในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.03	0.00
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.05	0.00
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
15	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00
SE	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ 7 ไนเตรท-ไนโตรเจนในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้น	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่
(มก./ล.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	8.49	3.59	7.02	4.86	9.06	9.91	3.61	11.89	10.14	10.91
0	8.32	6.21	7.65	10.60	10.28	8.97	5.96	10.18	11.63	14.64
0	8.11	8.13	9.85	9.64	10.31	7.69	9.24	10.88	11.88	11.87
ค่าเฉลี่ย	8.31	5.98	8.17	8.37	9.88	8.85	6.27	10.98	11.22	12.48
SE	0.11	1.31	0.86	1.77	0.41	0.64	1.63	0.49	0.54	1.12
10	6.04	5.82	6.27	9.14	8.38	3.04	5.96	3.69	10.23	9.73
10	1.34	3.84	2.04	9.13	8.91	1.79	5.07	6.41	10.47	9.88
10	2.41	5.27	4.46	6.66	5.56	3.04	6.39	7.41	9.20	10.34
ค่าเฉลี่ย	3.26	4.98	4.26	8.31	7.61	2.62	5.80	5.84	9.96	9.98
SE	1.42	0.59	1.23	0.82	1.04	0.42	0.39	1.11	0.39	0.18

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
15	8.60	8.94	15.23	9.98	13.36	4.72	10.29	10.17	13.16	13.92
15	13.61	8.06	13.79	8.44	14.90	4.46	11.42	10.01	13.92	14.86
15	7.78	9.68	13.09	8.72	12.51	5.18	9.58	9.77	9.31	11.87
ค่าเฉลี่ย	9.99	8.89	14.04	9.05	13.59	4.79	10.43	9.99	12.13	13.55
SE	1.82	0.47	0.63	0.47	0.70	0.21	0.53	0.12	1.43	0.88
20	12.68	16.84	9.75	10.23	12.75	7.71	10.65	10.46	13.75	13.73
20	18.56	16.71	10.76	13.73	16.49	7.63	7.81	9.18	14.91	15.69
20	17.90	18.41	13.87	13.60	11.97	8.02	10.21	11.35	15.17	9.70
ค่าเฉลี่ย	16.38	17.32	11.46	12.52	13.73	7.79	9.56	10.33	14.61	13.04
SE	1.86	0.55	1.24	1.15	1.39	0.12	0.88	0.63	0.44	1.76

ตารางผนวกที่ 8 แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในการเลี้ยงต้นขาไก่ต่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
0	15.59	1.95	1.26	3.45	0.32	4.83	4.71	2.07	-3.76	6.08
0	5.17	1.95	1.26	3.45	0.32	4.83	1.05	2.07	-3.76	7.60
0	9.59	1.95	1.26	2.01	0.32	4.83	-0.96	2.07	-3.76	7.60
ค่าเฉลี่ย	10.12	1.95	1.26	2.97	0.32	4.83	1.60	2.07	0.00	7.09
SE	3.02	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	1.66	0.00	0.00	0.51
10	6.86	4.65	8.89	9.72	8.47	4.85	7.92	10.23	4.39	9.20
10	3.38	10.10	9.41	8.27	7.67	5.77	7.74	10.23	4.39	6.45
10	2.41	5.69	9.41	9.96	8.47	12.99	8.72	10.23	4.39	15.75
ค่าเฉลี่ย	4.22	6.81	9.24	9.31	8.20	7.87	8.13	10.23	4.39	10.47
SE	1.35	1.67	0.17	0.53	0.27	2.57	0.30	0.00	0.00	2.76

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
15	8.11	-0.34	12.22	2.77	11.35	15.86	12.08	13.10	7.27	12.18
15	7.69	5.91	9.73	14.48	11.35	12.36	11.49	13.10	7.27	12.64
15	6.09	12.98	12.29	14.48	11.35	12.99	6.48	13.10	7.27	18.63
ค่าเฉลี่ย	7.30	6.18	11.41	10.58	11.35	13.73	10.01	13.10	7.27	14.48
SE	0.62	3.85	0.84	3.90	0.00	1.08	1.78	0.00	0.00	2.08
20	14.04	16.44	16.09	18.41	15.54	20.05	16.27	17.29	11.46	14.76
20	11.85	1.99	16.48	4.46	15.24	20.05	28.21	17.29	11.46	19.12
20	16.01	17.17	16.48	17.98	15.54	20.05	15.42	17.29	11.46	22.82
ค่าเฉลี่ย	13.97	11.87	16.35	13.62	15.44	20.05	19.97	17.29	11.46	18.90
SE	1.20	4.94	0.13	4.58	0.10	0.00	4.13	0.00	0.00	2.33

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัสในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
0	0.20	0.00	0.33	0.00	1.64	0.00	0.27	0.17	0.17	0.00
0	0.00	0.00	0.60	0.00	0.10	0.00	0.27	0.17	0.17	0.00
0	0.00	0.00	1.08	0.15	0.29	0.00	0.21	0.17	0.14	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.07	0.00	0.67	0.05	0.68	0.00	0.25	0.17	0.16	0.00
SE	0.07	0.00	0.22	0.05	0.49	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
10	0.00	1.44	2.52	0.47	6.95	0.00	0.50	0.37	0.16	0.01
10	0.00	0.13	1.21	0.21	2.86	0.00	0.00	1.45	1.71	1.60
10	0.13	2.05	6.21	1.26	4.96	1.83	2.04	2.74	3.20	3.83
ค่าเฉลี่ย	0.04	1.20	3.31	0.65	4.92	0.61	0.85	1.52	1.69	1.81
SE	0.04	0.57	1.50	0.32	1.18	0.61	0.61	0.69	0.88	1.11

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

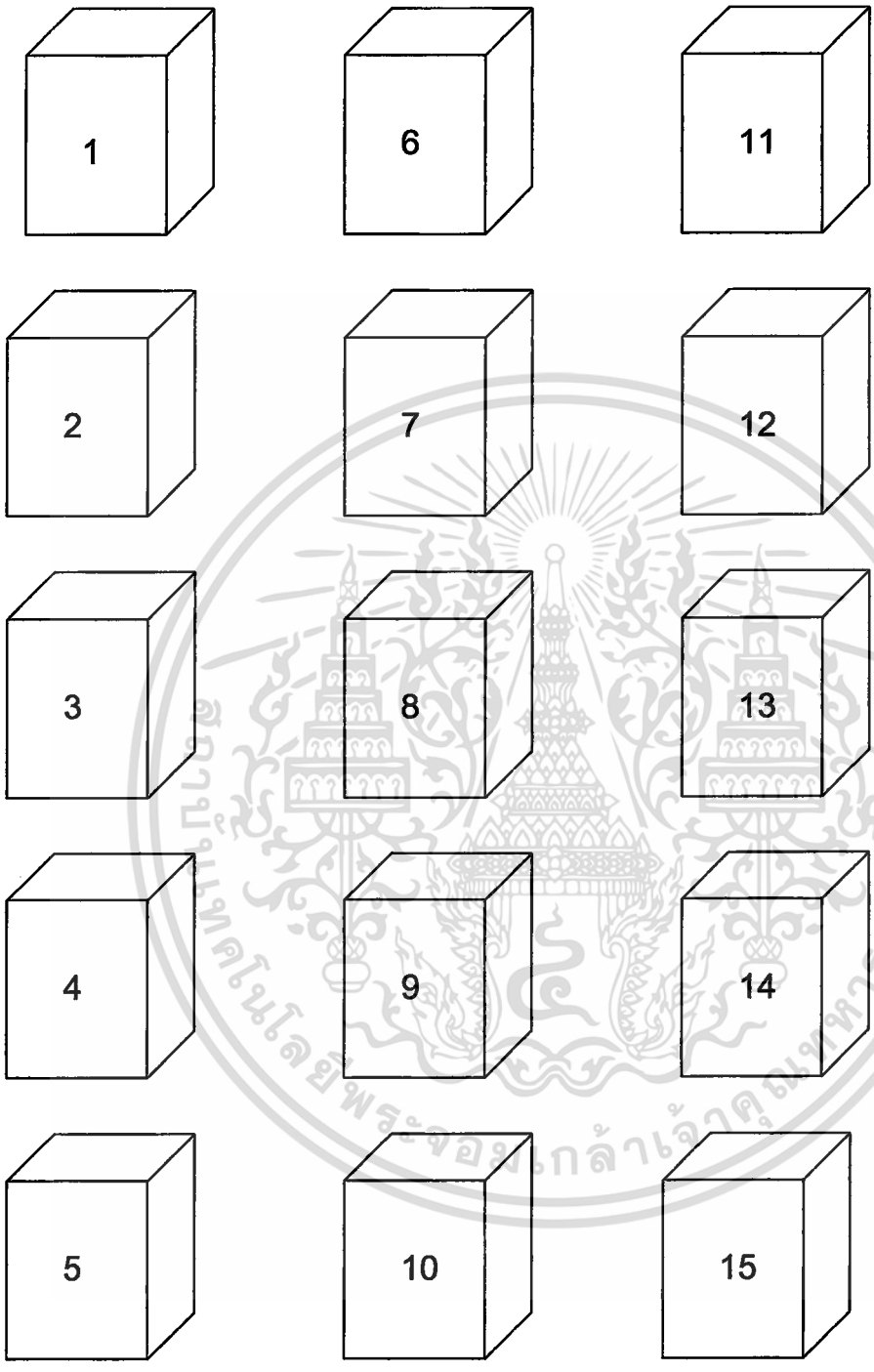
ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
15	1.19	0.91	6.89	2.72	6.58	1.69	2.92	3.96	3.96	5.22
15	0.00	1.67	6.37	4.14	8.64	1.69	3.45	5.05	5.92	6.91
15	3.01	5.36	8.25	4.40	8.35	2.16	5.02	7.06	7.52	7.79
ค่าเฉลี่ย	1.40	2.64	7.17	3.75	7.86	1.84	3.79	5.36	5.80	6.64
SE	0.87	1.37	0.56	0.52	0.64	0.16	0.63	0.91	1.03	0.75
20	4.04	10.17	7.43	5.04	11.73	4.91	5.85	6.07	5.15	4.76
20	4.77	6.23	9.27	5.43	10.09	3.63	5.85	4.58	6.07	5.75
20	3.98	5.62	11.51	8.21	12.85	4.38	6.09	10.20	9.94	10.73
ค่าเฉลี่ย	4.26	7.34	9.40	6.23	11.56	4.30	5.93	6.95	7.05	7.08
SE	0.25	1.43	1.18	1.00	0.80	0.37	0.08	1.68	1.47	1.85

ตารางผนวกที่ 10 ความนำไฟฟ้าในการเลี้ยงต้นขาไก่ด่างโดยใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 25-5-5 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
0	0.26	0.27	0.29	0.32	0.31	0.26	0.27	0.28	0.28	0.28
0	0.26	0.27	0.29	0.31	0.31	0.26	0.26	0.28	0.28	0.28
0	0.26	0.27	0.29	0.31	0.31	0.26	0.26	0.28	0.28	0.28
ค่าเฉลี่ย	0.26	0.27	0.29	0.31	0.31	0.26	0.26	0.28	0.28	0.28
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.28	0.28	0.3	0.33	0.32	0.28	0.33	0.29	0.29	0.29
10	0.27	0.28	0.3	0.32	0.32	0.27	0.27	0.29	0.29	0.29
10	0.27	0.28	0.3	0.32	0.32	0.27	0.27	0.3	0.3	0.3
ค่าเฉลี่ย	0.27	0.28	0.3	0.32	0.32	0.27	0.29	0.29	0.29	0.29
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00

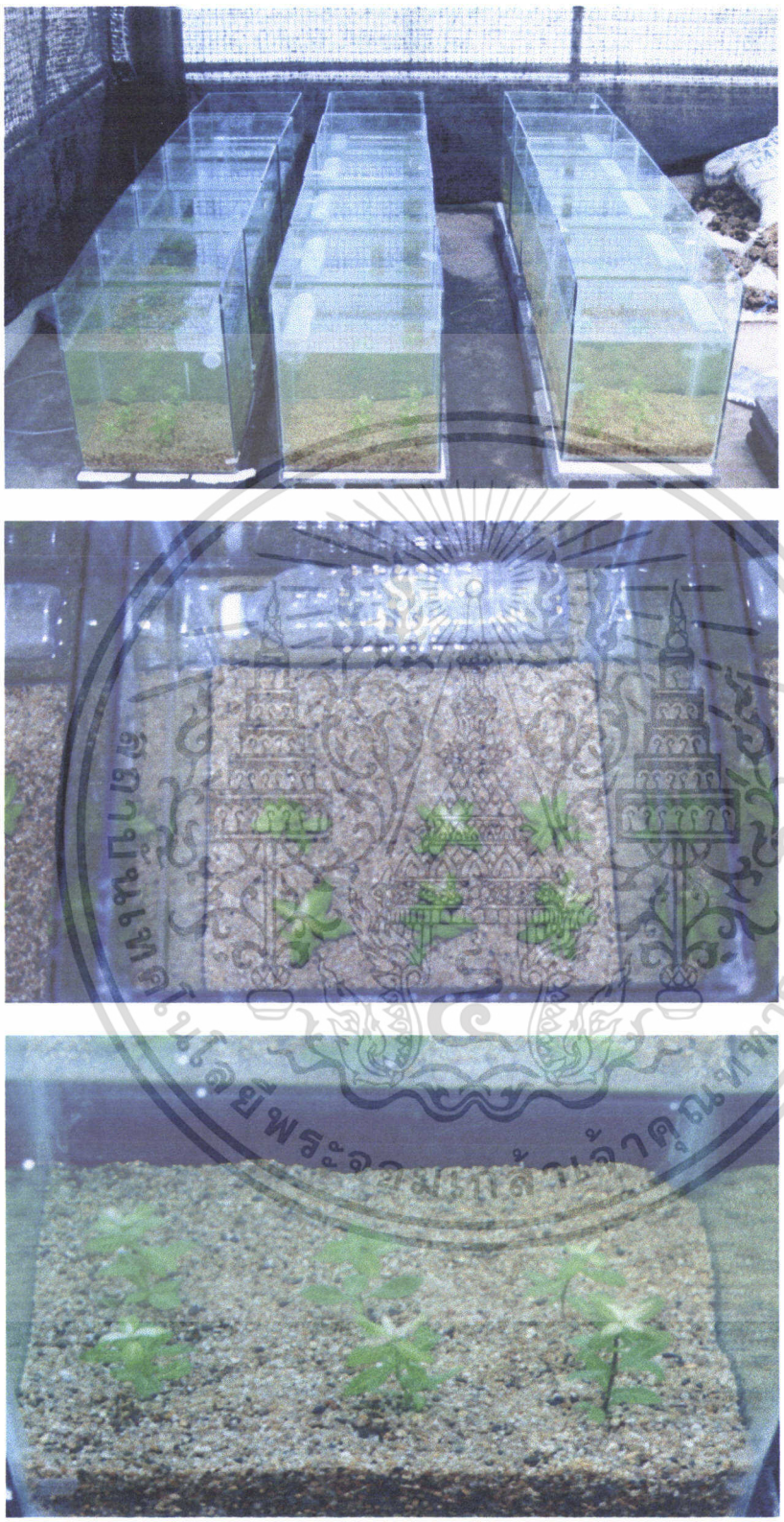
ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

ความเข้มข้น (มก./ล.)	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 9	สัปดาห์ที่ 10
15	0.28	0.29	0.31	0.32	0.32	0.28	0.27	0.3	0.3	0.3
15	0.29	0.29	0.31	0.32	0.32	0.29	0.27	0.3	0.3	0.3
15	0.27	0.28	0.31	0.32	0.32	0.27	0.27	0.3	0.3	0.3
ค่าเฉลี่ย	0.28	0.29	0.31	0.32	0.32	0.28	0.27	0.3	0.3	0.3
SE	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.29	0.3	0.32	0.33	0.32	0.29	0.29	0.31	0.31	0.31
20	0.28	0.3	0.32	0.33	0.32	0.28	0.29	0.31	0.31	0.31
20	0.29	0.29	0.32	0.33	0.32	0.29	0.29	0.31	0.31	0.31
ค่าเฉลี่ย	0.29	0.30	0.32	0.33	0.32	0.29	0.29	0.31	0.31	0.31
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



ภาพผนวกที่ 1 ตำแหน่งการจัดวางตู้การทดลองศึกษาระดับความเข้มข้นปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 2 หน่วยทดลองของการศึกษาระดับความเข้มข้นปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นขาไก่ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้